

Instalaciones de básculas en ambientes peligrosos

Ann Crowley
Rice Lake Weighing Systems

Los equipos electrónicos son capaces de generar y radiar energía eléctrica y térmica durante condiciones de operación normales y anormales. Si esta energía es más alta que el nivel causante de explosión en una atmósfera explosiva, pueden ocurrir severos daños a equipos y daños corporales. Por estas razones, muchas veces se instalan sistemas de pesaje en ambientes “seguros” que son costosos, inconvenientes, y/o consumidores de tiempo para utilizar. Por adherir a estándares establecidos, y pautas y practicas recomendadas, muchos sistemas de pesaje pueden ser modificados para ser utilizados en ambientes peligrosos.

Los sistemas pueden ser diseñados a ser intrínsecamente seguros o re-empacados en gabinetes a prueba de explosión o expurgados y presurizados para dejarlos seguros en ambientes peligrosos. La instalación de equipo en áreas explosivas tiene que ser llevada a cabo por electricistas certificados. La instalación tiene que ser inspeccionada y aprobada por una autoridad teniendo jurisdicción sobre el área peligroso. La clave a las operaciones de pesaje seguras en ambientes peligrosos es un esfuerzo concentrado en equipo, con estrecha interacción entre el profesional de básculas, el ingeniero de seguridad de la planta, la compañía aseguradora, y el electricista licenciado.

Estas normas, códigos y practicas recomendadas son nacionales en su alcance. Pueden ser agencias locales, estatales, nacionales y municipales quienes hacen cumplir con los códigos, los cuales son más estrictos. Muchas veces las compañías aseguradoras y/o autoridades locales ven la necesidad de ofrecer protección más rigurosa como merecen las condiciones locales. Siendo que los oficiales locales están más estrechamente involucrados con las cuestiones alrededor de su jurisdicción, puede que ellos estén en una mejor posición para determinar si los códigos nacionales protegen los equipos y las vidas adecuadamente para las condiciones locales específicas. Algunos de estos documentos han establecido normas que permiten que ciertos requisitos específicos sean descartados por la autoridad teniendo jurisdicción, o permitir métodos alternos donde está asegurado que objetivos equivalentes pueden ser logrados por establecer y mantener seguridad.

Electricistas e ingenieros locales deberían estar familiarizados con las regulaciones nacionales y locales que gobiernan sus instalaciones. La National Fire Protection Association [Asociación nacional de protección contra incendio] (NFPA), el Underwriters Laboratories [Laboratorios aseguradores] (UL), Factory Mutual Global Technologies [Tecnologías globales fábrica mutualista] (FM) y la Instrument Society of America [Sociedad de instrumentos de America] (ISA) publican directrices para instalaciones eléctricas apropiadas.

El National Electric Code [Código nacional eléctrico] (NEC) Handbook es una guía aceptada a escala nacional para la instalación segura de conductores y equipos eléctricos. Es la base para todos los códigos eléctricos utilizados en los Estados Unidos. Esta guía de referencias es revisada periódicamente para reflejar nueva información y/o nuevos equipos disponibles. Los Artículos 500 al 504 cubren los requisitos para equipos eléctricos y cableado para todo voltaje en lugares donde puedan existir incendios o riesgos de explosión. Estos riesgos incluyen gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles. Se puede encontrar información adicional acerca de riesgos de incendio o explosión en el sitio Web del National Fire Protection Association al www.nfpa.org.

LUGARES PELIGROSOS

Para ser adecuadamente definidos, los lugares peligrosos tienen que ser clasificados en cuanto a su Clase, División y Grupo.

Clase

La Clase define el tipo de riesgo presente en los lugares.

1. Lugares Clase I: Gases o vapores inflamables están o pueden estar presentes en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o combustibles.
2. Lugares Clase II: Polvo combustible está presente.
3. Lugares Clase III: Fibras o partículas fáciles de quemar están presentes. Sin embargo, las fibras o las partículas no son muy probables de estar en suspensión en el área en suficiente cantidad para producir mezclas combustibles.

División

Una División define a los lugares peligrosos como las condiciones bajo las cuales existe el riesgo. Una División es una subcategoría de una Clase. Cada Clase esta categorizada en dos Divisiones.

División 1

1. Existe bajo condiciones normales.
2. Puede existir a causa de operaciones de reparo o mantenimiento o escape.
3. Concentración soltada a causa de una falla de equipo o proceso, operación defectuosa de equipo o proceso que causa falla simultánea de equipo eléctrico.

División 2

1. Se manejan, procesan o utilizan líquidos y gases en contenedores o sistemas cerrados.
2. Las concentraciones normalmente son prevenidas por ventilación mecánica positiva.
3. Es adyacente a un lugar Clase I, División 1.

Grupo

Un grupo limita el lugar peligroso al material específico y al tipo de material presente. Lugares de Clase I están categorizados entre los Grupos A, B, C y D. Materiales del Grupo A presentan más riesgo de explosión que materiales en el Grupo B. Lugares de la Clase II están categorizados entre los Grupos E, F y G. También en este caso, los ambientes del Grupo E son más explosivos que los ambientes del Grupo G. Los lugares de la Clase III no están agrupados.

- Grupo A: atmósferas que contienen acetileno
- Grupo B: atmósferas que contienen hidrógeno, carburantes y gases de proceso combustibles que contienen más de 30 por ciento hidrógeno por volumen, o gases o vapores o riesgos equivalentes tales como butadieno, etileno óxido, propileno óxido, y acroleína.
- Grupo C: atmósferas como ciclopropano, éter etílico, etileno, o gases o vapores de equivalente riesgo.
- Grupo D: atmósferas como acetona, amoníaco, benceno, benzol, butano, gasolina, etanol, metano, hexano, nafta, gas natural, propano, o gases o vapores de equivalente riesgo.

CLASIFICACIÓN

La mejor manera de ilustrar la clasificación de lugares entre Clase, División y Grupo, es de entender las aplicaciones en donde puedan existir estos riesgos.

Lugares Típicos Clase I

- Facilidades de refinamiento de petróleo
- Tanques de inmersión que contienen líquidos inflamables o combustibles
- Plantas de limpieza en seco
- Plantas manufacturando recubrimientos orgánicos
- Áreas de acabado rociado (hay que considerar el residuo)
- Áreas de dispensar petróleo
- Plantas que manufacturan o utilizan plásticos tipo piroxilina (nitro-celulosa) y otros tipos de plásticos
- Lugares donde se utilizan anestésicos por inhalación
- Plantas de gas de servicios públicos
- Operaciones que involucran el almacenamiento y manejo de petróleo y gas natural licuado
- Hangares de aviones y áreas de servicio de combustibles

Lugares Típicos Clase II

- Silos y complejos de proceso en bulto
- Manufacturado y almacenamiento de magnesio
- Manufacturado y almacenamiento de almidón
- Manufacturado y almacenamiento de fuegos artificiales
- Molinos de harina y forraje
- Empaquetado y manejo de azúcar y cacao pulverizado
- Plantas de preparación y manejo de carbón
- Plantas de moler especias y plantas de manufacturar confites

Lugares Típicos Clase III

- Plantas de talla en madera
- Fábricas de textiles
- Desmotadoras de algodón y plantas de semilla de algodón
- Plantas que producen lino
- La Figura 2 y la Figura 3 en las siguientes páginas

Zonas

La clasificación en Zonas es una manera de especificar la probabilidad de que un lugar llegue a ser peligroso por la presencia, o presencia potencial, de concentraciones inflamables de gases y vapores o mezclas combustibles de polvos.

- Zona 0 (IEC): Una área en la cual una atmósfera de gas explosiva esté presente continuamente o a través de largos periodos
- Zona 0 (NEC): Un lugar Clase I, Zona 0 es un lugar (1) en la cual concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables están presentes continuamente; o (2) en la cual concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables están presentes por largos periodos de tiempo. (NEC Sección 505-9(a))
- Zona 1 (IEC): Una área en la cual es probable que ocurra una atmósfera de gas explosiva durante operación normal
- Zona 1 (NEC): Un lugar Clase I, Zona 1, es un lugar (1) en la cual concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables son probables de existir bajo condiciones normales de operación; o (2) en las cuales concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables pueden existir frecuentemente a causa de operaciones de reparo o mantenimiento o por fuga; o (3) en el cual equipo es operado o procesos llevados a cabo de tal naturaleza que la falla del equipo o una operación defectuosa podría resultar en el escape de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y también podría causar la falla simultánea de equipo eléctrico de un modo que causaría al equipo eléctrico llegar a ser fuente de ignición; o (4) que está adyacente a un lugar Clase I, Zona 0 de la cual vapores combustibles concentrados podrían ser comunicados, al no ser que la comunicación es prevenida por ventilación adecuada de presión positiva de una fuente de aire limpio y se proporcionan salvaguardas contra la falla de la ventilación. (NEC Sección 505-9(c))
- Zona 2 (IEC): Una área en la cual una atmósfera de gas explosiva no es probable de ocurrir durante operación normal y, si ocurre, es probable hacerlo con poca frecuencia y existirá solo por un corto periodo.
- Zona 2 (NEC): Un lugar Clase I, Zona 2, es un lugar (1) en la cual concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables no son probables de ocurrir durante operación normal y, si ocurren, solo existirán por un corto periodo; o (2) en la cual se manejan, procesan o usan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables, o vapores inflamables, pero en la cual los líquidos, los gases, o los vapores normalmente están confinados dentro de contenedores cerrados o sistemas cerrados de las cuales solo pueden escapar a causa de una ruptura accidental o una falla de los contenedores o el sistema, o como el resultado de operación anormal del equipo con que se manejan, procesan, o utilizan los líquidos o los gases; o (3) en el cual concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables normalmente son prevenidas por ventilación mecánica positiva, pero que podrían llegar a ser peligrosos a causa de la falla o la operación anormal del equipo de ventilación; o (4) que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 1, desde la cual se podrían comunicar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, al no ser que tal comunicación sea prevenida por ventilación adecuada de presión positiva de una fuente de aire fresco, y se proveen salvaguardias eficaces contra la falla de la ventilación. (NEC Sección 505-9(c))
- Zona 21 (IEC): Una área no clasificada como Zona 20 en la cual polvo combustible, como una nube, es probable de ocurrir durante operación normal en suficiente cantidad para ser capaz de producir una concentración explosiva de polvo combustible en mezcla con el aire. Esta zona puede incluir, entre otras, áreas en la inmediata vecindad de puntos de llenado y descarga de polvo, y áreas en las cuales capas de polvo ocurren y son probables en operación normal de originar una concentración explosiva de polvo combustible en mezcla con el aire.
- Zona 22 (IEC): Una área no clasificada como Zona 21 en la cual polvo combustible, como una nube, puede ocurrir infrecuentemente y persistir por solo un corto periodo, o en la cual acumulaciones o capas de polvo combustible puedan originar una concentración explosiva de polvo combustible en mezcla con el aire. Esta zona puede incluir, entre otras, áreas en la vecindad de equipos que contienen polvo, de las cuales polvo puede escapar por fuga y formar depósitos (por ejemplo recintos de molino en las cuales polvo puede escapar de los molinos y luego depositarse).

Figura 1: Clase I

* Se puede utilizar equipo Grupo D para esta atmósfera si tal equipo está aislado de acuerdo con NEC Sección 501-5(a) por sellar todo conducto de tamaño de ½ pulgada o más grande.

** Se puede utilizar equipo Grupo C para esta atmósfera si tal equipo está aislado de acuerdo con NEC Sección 501-5(a) por sellar todo conducto de tamaño de ½ pulgada o más grande.

*** Para la clasificación de áreas que involucran amoníaco, ver ANSI/ASHRAE 15, "Código de seguridad para refrigeración mecánica" y ANSI/CGA G 2.1, "Requisitos de seguridad para el almacenamiento y manejo de amoníaco anhidro."

Clase I
Gases o vapores inflamables

División 1

1. Existe bajo condiciones normales
2. Puede existir a causa de:
 - operaciones de reparo
 - operaciones de mantenimiento
 - escape o fuga
3. Concentración soltada a causa de:
 - falla de equipo
 - falla de proceso
 - operación defectuosa del equipo
 - operación defectuosa del proceso que causa la falla simultánea de equipo eléctrico

División 2

1. Líquidos y gases en contenedores o sistemas cerrados son
 - manejados
 - procesados
 - utilizados
2. Concentraciones normalmente prevenidos por ventilación mecánica positiva
3. Queda adyacente a un lugar Clase I, Division 1

Grupo A: atmósferas que contienen acetileno

Grupo B: atmósferas que contienen hidrógeno, carburantes y gases combustibles de proceso que contienen más de 30 por ciento hidrógeno por volumen, o gases o vapores de equivalente riesgo como *butadino, **etileno óxido, y ***acroleína.

Grupo C: atmósferas tales como ciclopropano, éter etílico, etileno, o gases o vapores de equivalente riesgo.

Grupo D: atmósferas tales como acetona, ***amoníaco, benceno, benzol, butano, gasolina, etanol, metanol, hexano, nafta, gas natural, propano, o gases o vapores de equivalente riesgo.

CLASE II
Polvos combustibles

División 1

1. En el aire bajo condiciones normales
2. Mezcla combustible producida por:
 - falla mecánica de maquinaria
 - falla mecánica de equipo
 - falla anormal de equipoy proporciona una fuente de ignición de:
 - falla simultánea de aparato eléctrico
 - falla simultánea de la operación de dispositivos protectores
 - otras causas
3. Polvos eléctricamente conductivos pueden estar presentes en cantidades peligrosas

División 2

1. No normalmente en el aire
2. Acumulaciones normalmente insuficientes para interferir con la operación normal de aparato eléctrico u otros aparatos
3. En el aire como resultado del mal funcionamiento de:
 - equipos de manejo
 - equipos de procesamiento
4. Acumulaciones suficientes para interferir con la disipación segura de calor de aparatos eléctricos
5. Acumulaciones pueden llegar a ser combustibles por la operación anormal o falla de equipos electricos

Grupo E: atmósferas que contienen combustibles:

- polvos metálicos, independientemente de su resistividad
- otros polvos combustibles de características similarmente peligrosas teniendo una resistividad de menos de 100 ohmio-centímetros

Grupo F: atmósferas que contienen:

- negro de carbón, carbón de leña, carbón de piedra o polvos de carbón que contienen más de 8 por ciento material total volátil
- estos polvos sensibilizados para que presenten un riesgo de explosión y teniendo una resistividad más grande de 100 ohmio-centímetros o menos de 100.000.000 ohmio-centímetros

Grupo G: atmósferas que contienen polvos combustibles teniendo una resistividad de 100.000.000 ohmio-centímetros o más.

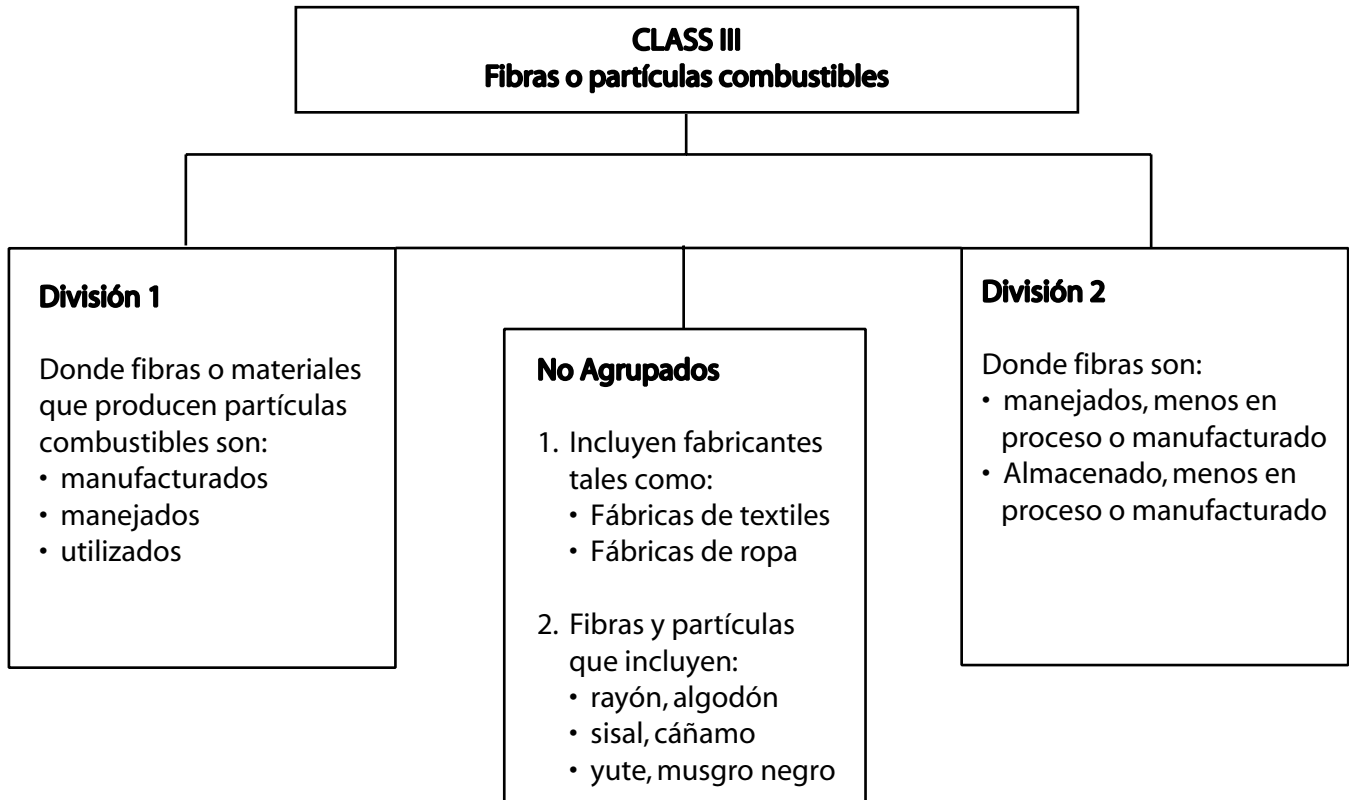


Figura 3: Clase III

Tomémos un ejemplo de una atmósfera que contiene gas natural. Siendo que estamos tratando con un gas, podemos determinar de los gráficos que la clase correcta es la Clase I, Gases o vapores inflamables. Diremos que el gas natural puede estar presente en nuestra atmósfera a causa de fuga. De nuevo, haciendo referencia a nuestros gráficos, vemos que la posibilidad de que gas inflamable esté en la atmósfera a causa de fuga colocaría nuestro lugar en la División 1. Ahora, mirando más allá en el gráfico, vemos que gas natural es parte del Grupo D. Para más completamente definir nuestro lugar peligroso, diríamos que es un lugar de Clase I, División 1, Grupo D.

Solo porque un material en particular no aparece en los gráficos anteriores no necesariamente indica que no representa un riesgo.

Siempre consulten al ingeniero de seguridad de la planta, el personal de mantenimiento, o quien sea que es “la autoridad teniendo jurisdicción” para determinar el grado de riesgo que necesitan asignar al lugar. Es esencial que llegues a estar familiarizado con lugares peligrosos pero, siendo el profesional de básculas, no te pongas en la posición de tomar la decisión final cuando clasificando a las atmósferas explosivas. La responsabilidad queda con el ingeniero de seguridad, el asegurador de seguros, o quien sea que es la autoridad teniendo jurisdicción.

Para una lista completa que nota las propiedades de líquidos inflamables, gases y sólidos, ver NFPA 47M, “Clasificación de gases, vapores, y polvos para equipos eléctricos en lugares peligrosos (clasificados).”

TEMPERATURA

Previamente al National Electric Code [Código nacional eléctrico] de 1971, la temperatura de auto-ignición (AIT) de una área peligrosa fue parte del proceso de clasificación en grupos. A causa de las temperaturas bajas de ignición de algunos materiales, no pudieron ser clasificados. Esto condujo a la eliminación de consideración de las temperaturas de ignición cuando agrupando áreas peligrosas. Esto no quiere decir que se pueden ignorar las temperaturas de ignición. De hecho, están tomadas en consideración como un factor separado, pero igual de importante, de la clasificación normal de áreas peligrosas.

Se inició un sistema de marcar equipo para identificar la temperatura de su superficie externa. El equipo puede ser utilizado en

lugares donde la temperatura de ignición es más alta que la temperatura marcada de su superficie externa. El sistema emplea números de identificación para identificar las temperaturas específicas o rangos de temperaturas. Estos números van de T1 hasta T6, donde la temperatura máxima permitida de la superficie del equipo para el lugar peligroso es la más alta para equipo identificado como T1 y la más baja para equipo T6. Se proporciona sub-identificación para números de identificación T2, T3, y T4.

El siguiente gráfico proporciona los números de identificación y sus rangos máximos de temperatura.

Temperatura °C	Máxima °F	Número de Identificación
450	842	T2
300	572	T2
280	536	T2A
260	500	T2B
230	446	T2C
215	419	T2D
200	392	T3
180	356	T3A
165	329	T3B
160	320	T3C
135	275	T4
120	248	T4A
100	212	T5
85	185	T6

NFPA 497M proporciona información sobre temperaturas de ignición para materiales de Clase I y Clase II. Equipo que tiene marcada la temperatura de ignición ha sido examinado y su temperatura de operación es conocida.

SEGURIDAD INTRÍNSECA

El principio de combustión describe una energía mínima de ignición que tiene que ser introducida en una mezcla específica inflamable o combustible antes de que pueda llegar a ser una ola de combustión auto-propagante que se llama una explosión. Si se supe menos energía de la energía mínima de ignición, la ola de combustión se extinguirá antes de que el proceso de auto-propagación comience. Ese es el propósito del diseño de seguridad intrínseca – de limitar la energía eléctrica y térmica a un nivel más bajo de lo requerido para encender una mezcla específica de atmósfera peligrosa. Se aplica el diseño intrínsecamente seguro a lugares peligrosos de las clases I, II y III, División 1.

Equipo y alambrado intrínsecamente seguro tiene que ser incapaz de soltar suficiente energía eléctrica o térmica bajo condiciones normales o anormales para causar la ignición de mezclas inflamables o combustibles atmosféricas específicas en su concentración más fácilmente encendida.

La seguridad intrínseca es un concepto de energía. Además de los niveles de voltaje y corriente, se consideran otras cuestiones. Estos incluyen:

- Fuentes de ignición por chispa por la descarga de circuitos capacitivos
- Interrupción de circuitos inductivos
- El hacer y romper circuitos resistivos intermitentemente
- El fundir de alambres calientes

Fuentes de ignición termal que se consideran incluyen el calentamiento de hilos de alambre de pequeño calibre, el encandecer de un filamento, y las altas temperaturas de superficie de componentes. Los niveles de voltaje y corriente enviados al lugar explosivo son muy importantes. Para cada combinación de los parámetros de voltaje y corriente, hay un valor máximo de capacitancia e inductancia que puede ser conectada al sistema para que quede intrínsecamente segura. Estos valores de corriente, voltaje, capacitancia, e inductancia que pueden estar presentes en un lugar peligroso se muestran en “curvas de ignición.” La longitud del cable que está conectado a estos circuitos afecta la capacitancia e inductancia presente en el sistema. Consultar los datos del fabricante acerca del tamaño apropiado del cable cuando alambrando los sistemas intrínsecamente seguros. Se tiene que comunicar con la autoridad teniendo jurisdicción para certificar que el sistema intrínsecamente seguro es verdaderamente seguro para el ambiente en la cual está ubicada. Esto se hace antes de que el sistema sea puesto en operación y después de que todas la

acciones de servicio y mantenimiento hayan sido completadas. Los requisitos para sistemas intrínsecamente seguros no incluyen el evaluar el riesgo de chispeo mecánico, chispeo electromecánico, acción química, ondas radiofónicas, o rayos. Sin embargo, puede que se necesite emplear protección contra tales eventos. Hay un número de maneras de diseñar un circuito intrínsecamente seguro comenzando de un circuito no intrínsecamente seguro. Es este aislamiento que permite poner límites en la energía que entra a un lugar arriesgado.

Factory Mutual Global Technologies [Tecnologías globales de fábrica mutualista] tiene que aprobar todos los componentes y/o sistemas utilizados en un lugar peligroso. Se refiere a esta aprobación como "aprobación FM." Una mayor preocupación es la combinación de celdas de carga, cajas de empalmes, bases de básculas e indicadores. Los dos métodos de combinar dispositivos son: aprobación por entidad y aprobación de sistema.

Componentes individuales que llevan aprobación por entidad pueden ser interconectadas con otros componentes aprobados-por-entidad. El concepto de aprobación por entidad permite la interconexión de componentes intrínsecamente seguros a componentes asociados sin examinarlos específicamente en combinación los unos con los otros. El criterio para equipos interconectados es que el voltaje y la corriente que un aparato intrínsecamente seguro puede recibir y todavía permanecer intrínsecamente seguro, tomando en consideración fallas, tienen que ser iguales a o más de los niveles de voltaje y corriente que pueden ser enviadas a ese aparato por el aparato asociado, tomando en cuenta sus fallas. Además, la capacitancia e impedancia no protegida máxima del aparato intrínsecamente seguro, incluyendo su cableado de interconexión, tienen que ser iguales a o menos de la capacitancia e impedancia que pueden ser seguramente conectadas al aparato asociado. Si se cumplen con estos criterios, la combinación aprobada por la entidad Factory Mutual puede ser conectada, sin importar quien fabrica los componentes individuales.

Algunas barreras, cajas de empalmes, celdas de carga, indicadores, y bases de básculas están aprobadas por Factory Mutual como sistema. Cuando estos componentes intrínsecamente seguros fueron aprobados para uso en ambientes peligrosos, fueron probados y aprobados como un sistema y fueron entendidos para ser utilizados juntos como sistema. No fueron probados como entidades individuales y no están aprobados para ser utilizados en conjunto con otros componentes que han sido o no han sido aprobados por entidad.

Referirse a las normas de inspección FM y UL para más información. Cuando instalando un sistema, el usuario final y la autoridad teniendo jurisdicción sobre el lugar peligroso tienen que tomar la responsabilidad específica para la determinación de la idoneidad del equipo siendo interconectado en un lugar específico. Esa autoridad puede ser el jefe de bomberos, el ingeniero de seguridad de la planta, el asegurador, el dueño, u otro agente. Requiere un vasto conocimiento para diseñar, instalar, y mantener sistemas eléctricos en ambientes peligrosos.

Se pueden requerir pruebas de temperatura para componentes muy probables de exceder la prueba de temperatura de ignición del gas o el vapor involucrado. Para componentes muy pequeños donde la temperatura del componente puede exceder la temperatura de ignición conocida de gas o el vapor involucrado, se permiten pruebas actuales de ignición. Superficies calentadas pequeñas pueden exceder la temperatura de ignición sin causar combustión de la turbulencia en la superficie calentada.

En los Estados Unidos, el National Fire Protection Agency [Agencia nacional de protección contra incendios] NFPA, en el Artículo 504 del NEC, anota las normas por las cuales se implementa seguridad intrínseca. Productos intrínsecamente seguros son probados y aprobados o listados por el Factory Mutual Corporation [Corporación de fábrica mutualista] (FM) o el Underwriters Laboratories, Inc. [Laboratorios aseguradores] (UL).

El Canadian Standards Association [Asociación canadiense de normas] (CSA) es la autoridad de aprobación predominante en Canadá. Las normas utilizadas por la CSA son muy parecidas en concepto a sus contrapartidas en los Estados Unidos, aunque se utilizan métodos un poco diferentes para corresponder una barrera a un instrumento de área explosiva.

Hay muchas normas internacionales para seguridad intrínseca en uso alrededor del mundo. Los más importantes son los que son utilizados por el European Committee for Electrotechnical Standardization [Comité europeo para estandarización electrotécnica] (CENELEC). Las normas CENELEC son un solo conjunto de normas acordado por todas las naciones miembros de Europa occidental. Hay varios laboratorios de prueba autorizados para emitir aprobaciones de equipos intrínsecamente seguros a las normas del CENELEC. Algunos de los más sobresalientes de ellos son: BASEEFA (Gran Bretaña), PTB (Alemania), CESI (Italia), LCIE (Francia), y INIEX (Bélgica).

MATERIALES DE REFERENCIA

NFPA 70 "National Electrical Code (NEC) Handbook"

[Guía de referencia del código eléctrico nacional (NEC)]

NFPA 497M “Classification of Gases, Vapors and Dusts for Electrical Equipment in Hazardous Locations”
[Clasificación de gases, vapores, y polvos para equipos eléctricos en lugares peligrosos]

NFP 325M “Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids”
[Propiedades de riesgo de incendio de líquidos inflamables, gases, y sólidos volátiles]

ANSI/UL 913 “Standard for Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1 Hazardous Locations”
[Norma para aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para uso en lugares peligrosos Clase I, II, y III, División 1]

ANSI/ISA RP 12.6 “Installation of Intrinsically Safe Instrument Systems for Hazardous (Classified) Locations”
[Instalación de sistemas de instrumentos intrínsecamente seguros para lugares peligrosos (clasificados)]

FM Approval Standard 3610 “Approval Standard, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for use in Class I, II, and III, Division 1 Hazardous Locations”
[Norma de aprobación FM 3610 – Norma de aprobación, aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados para uso en lugares peligrosos Clase I, II, y III, División 1]

FM Approval Standard 3615 “Approval Standard, Explosive Proof Electrical Equipment”
[Norma de aprobación FM 3615 – Norma de aprobación, equipo eléctrico a prueba de explosión]

NFPA “Electrical Installations in Hazardous Locations”
[Instalaciones eléctricas en lugares peligrosos]